

PERKEMBANGAN LITERASI KUANTITATIF MAHASISWA BIOLOGI DALAM PERKULIAHAN ANATOMI TUMBUHAN BERBASIS DIMENSI BELAJAR

Eni Nuraeni, Sri Redjeki, Riandi, & Adi Rahmat

Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154
e-mail: adirahmat@upi.edu

Abstract: Quantitative Literacy of Biology Students in Plant Anatomy Course. Recommendation for improving biology undergraduate students on quantitative skill and its application in biological contexts has become a serious attention of many undergraduate biology educations. This research examined the function of the lecture program of Plant Anatomy developed based on instructional framework of learning dimension on developing quantitative literacy of biology students. Lecture program was divided into three phases that consider student achievement on declarative and procedural knowledge. In the first phase students learned how to observe an object using microscope and how to measure a microscopic object to obtain quantitative data of plant anatomy. The second phase trained the student to process quantitative data obtained from microscopic observation, to extend and refine the data, and then they tried to use the information to make a model of certain plant tissue structure. The third phase trained the students to use the quantitative knowledge and skill that have been obtained in the previous phases to describe and to build a model of plant organs. Student's quantitative literacy was measured based on six indicators described by Association of American Colleges and Universities (2009). The six indicators are interpretation, representation, calculation, assumption, application, and communication. At the end of the course the students have well developed their quantitative literacy as indicated by satisfactory achievement on five indicators. An indicator that was not achieved successfully by students was assumption. We considered for optimizing the learning tasks generating assumption ability. The development of quantitative literacy of the students is described in this paper.

Keywords: quantitative literacy, dimension of learning, plant anatomy

Abstrak: Perkembangan Literasi Kuantitatif Mahasiswa Biologi Dalam Perkuliahan Anatomi Tumbuhan Berbasis Dimensi Belajar. Rekomendasi tentang perlunya mengembangkan keterampilan kuantitatif dan kemampuan mengaplikasikannya ke dalam konteks Biologi bagi mahasiswa sarjana (*undergraduate*) Biologi telah menjadi perhatian banyak program studi Biologi. Penelitian ini telah mengkaji keberhasilan program perkuliahan Anatomi Tumbuhan dengan menggunakan kerangka instruksional berbasis dimensi belajar dalam mengembangkan literasi kuantitatif mahasiswa Biologi. Program perkuliahan dibagi menjadi tiga fase dengan memperhatikan ketercapaian pengetahuan deklaratif maupun pengetahuan prosedural. Pada fase pertama mahasiswa diberi keterampilan observasi dan pengukuran mikroskopis untuk memperoleh data kuantitatif struktur anatomi tumbuhan. Fase kedua melatih mahasiswa untuk memroses informasi kuantitatif yang diperoleh dari observasi mikroskopik, mengembangkan, menghaluskan dan mencoba menggunakan informasi tersebut untuk mendeskripsikan dan memodelkan struktur suatu jaringan tumbuhan. Fase ketiga melatih mahasiswa untuk menggunakan pengetahuan dan keterampilan kuantitatif yang telah diperoleh untuk mendeskripsikan dan memodelkan struktur suatu organ tumbuhan. Literasi kuantitatif mahasiswa diukur berdasarkan indikator yang telah dideskripsikan oleh *Association of American Colleges and Universities* (2009), yaitu interpretasi, representasi, kalkulasi, asumsi, aplikasi, dan komunikasi. Pada akhir perkuliahan terbukti bahwa mahasiswa telah dapat mengembangkan literasi kuantitatif dengan baik, hal ini ditunjukkan dengan tercapainya lima indikator literasi kuantitatif dengan kriteria memuaskan. Satu indikator yang belum dapat dicapai dengan baik adalah asumsi. Untuk itu tugas-tugas pembelajaran yang terkait dengan pengembangan kemampuan berasumsi masih perlu disempurnakan. Uraian perkembangan literasi kuantitatif mahasiswa secara lebih rinci disajikan dalam makalah ini.

Kata kunci: literasi kuantitatif, dimensi belajar, anatomi tumbuhan

Dalam biologi modern dewasa ini konsep-konsep dalam keilmuan Biologi tidak lagi hanya berdasarkan pada aspek kualitatif, tetapi menjadi lebih kuantitatif dan interdisiplin. Tiga hal yang dipandang telah mempengaruhi perkembangan konsep biologi adalah inovasi teknologi instrumentasi, revolusi digital, dan teknologi rekombinasi DNA. Hubungan keilmuan biologi, fisika, matematika dan ilmu komputer secara cepat menjadi lebih mendalam dan luas. Untuk menunjang perkembangan biologi tersebut *National Research Council (NRC) of National Academic USA* (2009) merekomendasikan bahwa mahasiswa Biologi pada jenjang *undergraduate* (sarjana) harus mengembangkan keterampilan kuantitatif dan dapat mengaplikasikannya ke dalam konteks Biologi. *NRC* (2009) lebih lanjut menjelaskan bahwa integrasi keterampilan kuantitatif ke dalam kelas biologi merupakan sesuatu yang sangat penting, baik bagi kesuksesan mahasiswa biologi selama perkuliahan maupun bagi perekrutan mahasiswa bertalenta kuantitatif dalam lapangan kerja Biologi.

Anatomi Tumbuhan merupakan salah satu mata kuliah keilmuan dasar pada Progam Studi Biologi jenjang Sarjana. Dalam perkuliahan Anatomi Tumbuhan secara konvensional mahasiswa jarang dihadapkan pada pengalaman kuantitatif dan banyak mahasiswa yang menganggap bahwa perkuliahan Anatomi Tumbuhan merupakan mata kuliah hafalan dan relatif bebas dari aspek kuantitatif. Akibatnya, penguasaan konsep struktur tumbuhan pada aspek kuantitatif, khususnya yang berkaitan dengan skala mikro dan nano ini menjadi hal abstrak (Supriatno, 2012). Mayes *et al.* (2013) menyatakan bahwa pengukuran yang menghasilkan data kuantitatif merupakan langkah awal dalam mengembangkan literasi kuantitatif.

Literasi kuantitatif merupakan kemampuan untuk memahami angka-angka, mengkritisi dan menggunakannya untuk menyelesaikan masalah dalam situasi nyata yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam dunia kerja maupun dalam perkuliahan (Steen 2001; Speth 2010). *Association of American Colleges and Universities* (AACU, 2009) mendeskripsikan enam indikator literasi kuantitatif yaitu interpretasi, representasi, kalkulasi, asumsi, aplikasi, dan komunikasi. Menurut Madison & Steen (2008) literasi Kuantitatif merupakan sebuah *Habit of Mind (HoM)*. Untuk mencapai *HoM*, Marzano (1992) telah mengembangkan kerangka instruksional yang dikembangkan atas dasar keperluan untuk melatih berpikir. Empat hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan kerangka instruksional tersebut, yaitu *knowledge domain*, *cognitive system processing*, *metacognitive system*, dan *self system*. Berdasarkan keempat hal tersebut Marzano (1992) telah mengembangkan

suatu kerangka intruksional berbasis lima dimensi belajar. Dimensi belajar sebagai kerangka kerja instruksional sifatnya komprehensif (*comprehensive instructional framework*). Lima dimensi belajar tersebut adalah sikap dan persepsi (*Attitude dan perceptions*), memperoleh dan mengintegrasikan pengetahuan (*Acquiring and integrating knowledge*), mengembangkan dan menghaluskan pengetahuan (*Extend and refine knowledge*), menggunakan pengetahuan secara bermakna (*use knowledge meaningfully*), dan kebiasaan berpikir produktif (*productive habits of mind*).

Penggunaan kerangka instruksional berbasis dimensi belajar pada pembelajaran struktur dan fungsi tumbuhan dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada konsep-konsep yang sifatnya abstrak dan mikroskopis (Rahmat dan Hindriana, 2014). Di dalam makalah ini diuraikan hasil kajian terhadap perkembangan literasi kuantitatif mahasiswa Biologi pada perkuliahan Anatomi Tumbuhan dengan kerangka instruksional berbasis dimensi belajar.

METODE PENELITIAN

Perkembangan literasi kuantitatif dikaji selama satu semester penuh pada 34 mahasiswa semester kedua Program Studi Biologi Universitas Pendidikan Indonesia yang mengambil mata kuliah Anatomi Tumbuhan pada Semester Genap Tahun Akademik 2014/2015. Materi kuantitatif dalam penelitian ini diintegrasikan ke dalam materi anatomi tumbuhan, baik sebagai pengetahuan prosedural maupun pengetahuan deklaratif. Program perkuliahan dibagi menjadi tiga fase dengan memperhatikan ketercapaian pengetahuan deklaratif maupun pengetahuan prosedural (Tabel 1). Pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan penting yang harus dikuasai mahasiswa untuk memperoleh informasi kualitatif dan kualitatif struktur anatomi tumbuhan yang akan diolah lebih lanjut menjadi pengetahuan deklaratif.

Fase pertama perkuliahan merupakan fase pembekalan literasi kuantitatif. Pada fase ini mahasiswa diberi keterampilan mikroskopis untuk memperoleh data kuantitatif hasil observasi mikroskopik struktur anatomi tumbuhan. Fase kedua merupakan fase pengembangan literasi kuantitatif dimana mahasiswa dilatih untuk memroses informasi kuantitatif dan kualitatif struktur anatomi tumbuhan yang diperoleh dari observasi mikroskopik, mengembangkan, menghaluskan dan mencoba menggunakan informasi tersebut untuk mendeskripsikan dan memodelkan struktur suatu **jaringan** tumbuhan. Fase ketiga merupakan fase aplikasi literasi kuantitatif. Pada fase ini mahasiswa dituntut untuk menggunakan pengetahuan dan keterampilan kuantitatif dan kualitatif yang telah di-

peroleh pada fase pertama dan kedua untuk mendeskripsikan dan memodelkan suatu **organ** tumbuhan melalui kegiatan penelitian sederhana. Strategi pembelajaran yang digunakan pada setiap fase didasarkan pada kerangka intruksional yang dikembangkan berdasarkan lima dimensi belajar dari Marzano (1992). Untuk mengoptimalkan pencapaian mahasiswa pada dimensi 2 dan 3 kegiatan pembelajaran dilengkapi dengan strategi *stay and stray* dan pemberdayaan asisten praktikum. Penjabaran program perkuliahan dapat dilihat pada Tabel 1.

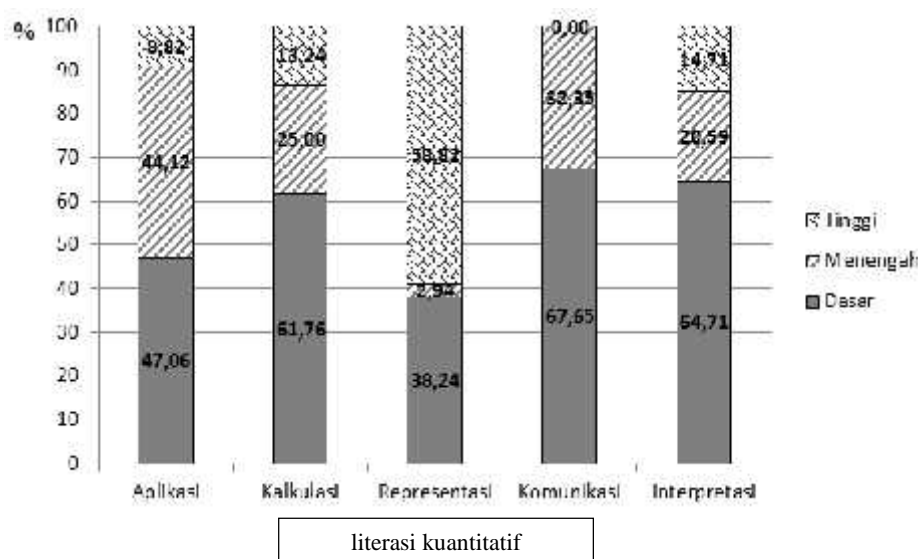
Literasi kuantitatif mahasiswa diukur dengan enam indikator yang telah dikembangkan oleh AACU

(2009), yaitu interpretasi, representasi, kalkulasi, asumsi, aplikasi, dan komunikasi Data literasi kuantitatif dikumpulkan melalui observasi (lembar observasi), test tertulis, dan laporan penelitian sederhana (rubrik penilaian laporan). Tes tulis dilakukan pada setiap akhir fase perkuliahan dengan menggunakan soal uraian yang mengukur enam indikator literasi kuantitatif. Instrumen tes tertulis yang digunakan memiliki reliabilitas sebesar 0,71 untuk fase 1 dan fase 3, serta 0,91 untuk fase 2. Tingkat literasi kuantitatif mahasiswa dikelompokkan berdasarkan kategorisasi dari Rhodes & Finley (2013), yaitu tingkat dasar, tingkat menengah, dan tingkat tinggi.

Tabel 1. Program perkuliahan Anatomi Tumbuhan berbasis Dimensi Belajar untuk mengembangkan literasi kuantitatif mahasiswa Biologi

| Fase | Dimensi Belajar | Aktivitas Mental | | Dimensi Belajar |
|-----------------------------------|--|---|--|---|
| | | Pengetahuan Deklaratif | Pengetahuan Prosedural | |
| Pembekalan Literasi Kuantitatif | <i>Sikap dan Persepsi</i> | Mengorganisasikan lingkungan belajar melalui penjelasan tujuan dan strategi pembelajaran, konsep dan keterampilan yang harus dikuasai pada fase 1 perkuliahan | | <i>Sikap dan Persepsi</i> |
| | <i>Penerimaan dan integrasi pengetahuan</i> | Pemrosesan informasi kualitatif dan kuantitatif yang diperoleh dari pengamatan untuk pembentukan skema kognitif baru tentang karakter kualitatif dan kuantitatif sel tumbuhan | Belajar keterampilan preparasi dan pengukuran mikroskopis melalui demonstrasi (<i>learn a model</i>) Latihan preparasi dan observasi kualitatif serta kuantitatif melalui pengukuran mikro pada sel tumbuhan (<i>shape the skill</i>) | <i>Penerimaan dan integrasi pengetahuan</i> |
| | <i>Memperluas dan menghaluskan pengetahuan</i> | Transformasi pengetahuan kualitatif dan kuantitatif sel tumbuhan dengan menggambar sel tumbuhan ke dalam bentuk 3 dimensi (3D) secara proporsional | Menggambar hasil pengamatan secara proporsional | <i>Memperluas dan menghaluskan pengetahuan</i> |
| Pengembangan Literasi Kuantitatif | <i>Sikap dan Persepsi</i> | Mengorganisasikan lingkungan belajar berdasarkan penjelasan tujuan perkuliahan, strategi pembelajaran, konsep dan keterampilan yang harus dikuasai pada fase 2 perkuliahan | | <i>Sikap dan Persepsi</i> |
| | <i>Penerimaan dan integrasi pengetahuan</i> | Pemrosesan informasi kualitatif dan kuantitatif untuk asimilasi dan pembentukan skema kognitif (kualitatif dan kuantitatif) tentang sel, jaringan meristem, jaringan dermal, jaringan dasar, dan jaringan pembuluh. | Mengulang preparasi dan observasi kualitatif serta kuantitatif pada specimen berbeda (<i>internalize the new practice</i>) Preparasi dan observasi kualitatif dan kuantitatif pada jaringan meristem, jaringan dermal, jaringan dasar, dan jaringan pembuluh menggunakan keterampilan preparasi, observasi, dan pengukuran mikro yang telah diperoleh pada fase 1 | <i>Penerimaan dan integrasi pengetahuan</i> <i>Menggunakan pengetahuan secara bermakna</i> |
| | <i>Memperluas dan menghaluskan pengetahuan</i> | Transformasi pengetahuan tentang sel, jaringan dermal, jaringan dasar, dan jaringan pembuluh ke dalam konsep derivat epidermis dan parenkim serta tipe ikatan pembuluh | Preparasi dan observasi kualitatif dan kuantitatif pada derivat dari epidermis dan parenkim, serta berbagai tipe pembuluh menggunakan keterampilan preparasi, observasi, dan pengukuran mikro yang telah diperoleh pada fase 1 | <i>Menggunakan pengetahuan secara bermakna</i> |
| | <i>Menggunakan pengetahuan secara bermakna</i> | Pembuatan model 3 dimensi jaringan parenkim dan derivatnya (model <i>isomorphism-spatial</i>) secara proporsional | Menggambar hasil pengamatan (gambar <i>isomorphism-spatial</i>) secara proporsional | <i>Menggunakan pengetahuan secara bermakna</i> |

| Fase | Dimensi Belajar | Aktivitas Mental | | Dimensi Belajar |
|-------------------------------|--|---|---|--|
| | | Pengetahuan Deklaratif | Pengetahuan Prosedural | |
| Aplikasi Literasi Kuantitatif | <i>Sikap dan persepsi:</i> | Mengorganisasikan lingkungan belajar berdasarkan penjelasan tujuan perkuliahan, strategi pembelajaran, konsep dan keterampilan yang harus dikuasai pada fase 3 perkuliahan | | |
| | <i>Penerimaan dan integrasi pengetahuan</i> | Mengungkap pengetahuan dan teknik pengamatan mikroskopis yang telah dimiliki mahasiswa pada fase 1 dan 2 Mengorganisasikan informasi deklaratif dan prosedural penting terkait pengamatan struktur anatomi organ tumbuhan | | |
| | | Menggunakan pengetahuan dari fase 1 dan 2 tentang sel dan jaringan untuk memproses informasi kualitatif dan kuantitatif hasil pengamatan struktur anatomi organ batang, akar dan daun | Preparasi dan observasi kualitatif dan kuantitatif pada organ daun, batang, akar | <i>Menggunakan pengetahuan secara bermakna</i> |
| | <i>Memperluas dan menghaluskan pengetahuan e Menggunakan pengetahuan secara bermakna</i> | Transformasi pengetahuan tentang struktur organ ke dalam konsep anomali Mendeskripsikan karakter kualitatif dan kuantitatif, serta membuat model 3D struktur anatomi organ dari spesimen tumbuhan yang dipilih dalam Riset Anatomi Tumbuhan Sederhana (RATS) | Preparasi dan observasi kualitatif dan kuantitatif pada anomali batang Melakukan penelitian sederhana menggunakan keterampilan preparasi dan observasi mikroskopis yang telah diperoleh. | <i>Menggunakan pengetahuan secara bermakna</i> <i>Menggunakan pengetahuan secara bermakna</i> |



Gambar 1. Persentase mahasiswa berdasarkan kemampuan literasi kuantitatif pada fase ke-1 perkuliahan

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data menunjukkan bahwa pada fase pertama dominasi literasi kuantitatif mahasiswa berada pada tingkat dasar, terutama untuk indikator kalkulasi, komunikasi dan interpretasi (Gambar 1). Pada ketiga indikator ini persentase mahasiswa yang termasuk ke dalam kategori tinggi secara berturut-turut adalah 13,24%, 0,00%, dan 14,71%. Indikator repre-

sentasi merupakan indikator yang paling baik dikuasai oleh mahasiswa, dimana 58,82% mahasiswa termasuk pada kategori tinggi. Indikator komunikasi merupakan indikator yang ketercapaiannya paling buruk, 64,71% mahasiswa berada pada kemampuan tingkat dasar. Pada fase ini literasi kuantitatif mahasiswa pada indikator asumsi belum muncul. Hal ini diduga ada kaitannya dengan strategi perkuliahan yang digunakan pada fase 1. Strategi perkuliahan lebih diarah-

kan untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan prasyarat. Untuk dapat berasumsi mahasiswa memerlukan pengetahuan dan pengalaman, baik pada aspek kuantitatif maupun kualitatif dari anatomi tumbuhan. Kedua aspek ini pada fase pertama perkuliahan belum dapat dicapai secara utuh oleh mahasiswa.

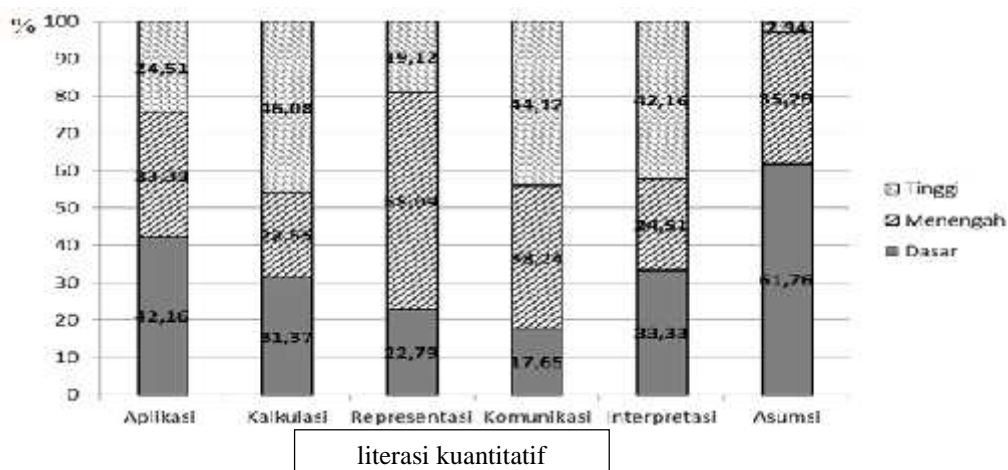
Indikator asumsi muncul pada fase kedua dan ketiga (Gambar 2 dan Gambar 3). Pada fase kedua kemampuan asumsi sebagian besar mahasiswa (61,76%) masih berada pada tingkat dasar. Hanya 2,94% mahasiswa yang dapat mencapai tingkat tinggi (Gambar 2). Hasil ini berbeda dengan ketercapaian lima indikator yang sebelumnya telah muncul pada fase 1. Pada fase 2 lima indikator ini mengalami peningkatan. Indikator komunikasi yang pada fase 1 ketercapaiannya paling kecil, pada fase 2 mengalami peningkatan sangat tinggi dimana persentase mahasiswa yang masih berada pada kategori tingkat dasar menurun menjadi 17,65% (Gambar 2). Sebagian besar mahasiswa sudah dapat mencapai kemampuan tingkat menengah (38,24%) dan tingkat tinggi (44,12%). Menurunnya jumlah mahasiswa yang berada pada tingkat dasar ini juga terjadi untuk empat indikator lainnya, yaitu aplikasi, kalkulasi, representasi dan interpretasi. Indikator aplikasi merupakan indikator yang perubahannya paling kecil. Persentase mahasiswa yang kemampuannya berada pada tingkat dasar menunjukkan penurunan kurang dari 5%; dari 47,06% pada fase 1 (Gambar 1) turun menjadi 42,16% pada fase 2 (Gambar 2). Namun demikian, secara keseluruhan berdasarkan enam indikator yang diukur perkembangan literasi kuantitatif mahasiswa telah menunjukkan peningkatan yang baik pada fase 2. Mahasiswa sudah dapat memunculkan indikator asumsi, sekalipun sebagian besar mahasiswa masih berada pada tingkat dasar.

Pada fase ketiga perkuliahan, indikator literasi kuantitatif yang diharapkan berhasil dikuasai dengan baik oleh mahasiswa, kecuali indikator asumsi. Indikator komunikasi menempati urutan paling tinggi dengan persentase mahasiswa pada kategori tinggi sebesar 82,35%. Persentase mahasiswa pada kategori tinggi untuk empat indikator lainnya adalah 71,88 (kalkulasi), 64,06 (interpretasi), 62,50 (representasi), dan 53,13% (aplikasi). Dari seluruh indikator yang diteliti, indikator komunikasi merupakan indikator dengan ketercapaian paling baik, dimana pada akhir fase ketiga tidak ada mahasiswa yang berada pada kemampuan tingkat dasar, seluruh mahasiswa sudah berada pada kemampuan tingkat menengah dan tinggi. Hingga akhir fase ketiga indikator asumsi menunjuk-

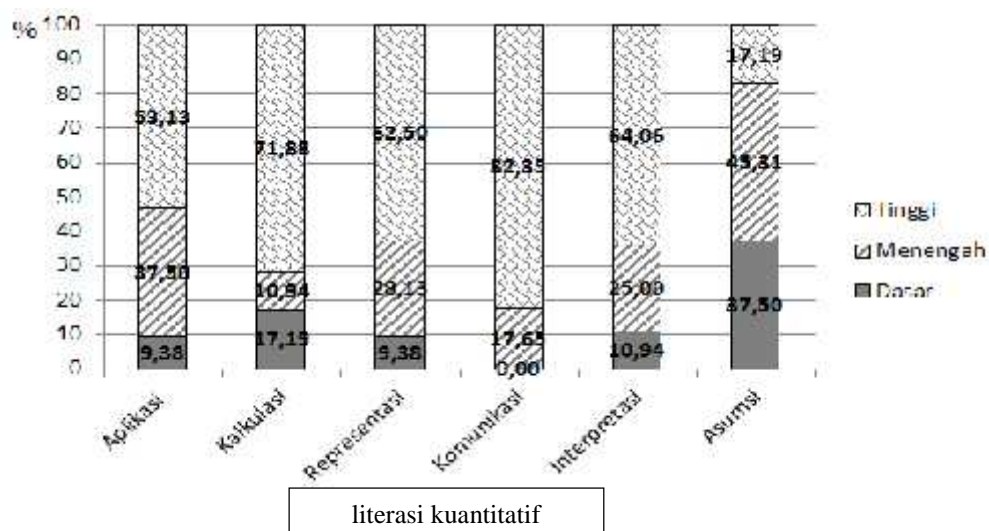
kan perkembangan yang masih kurang dibandingkan dengan lima indikator lainnya. Persentase mahasiswa dengan kemampuan yang masih berada pada tingkat dasar masih cukup tinggi, yaitu sebesar 37,50% dan persentase mahasiswa dengan kemampuan tingkat tinggi hanya sebesar 17,15% (Gambar 3).

Berdasarkan besarnya nilai yang diperoleh mahasiswa, kemampuan kuantitatif yang dicapai mahasiswa dari mulai fase 1 hingga fase 3 menunjukkan perkembangan yang cukup signifikan. Perubahan yang tinggi terjadi dari fase 2 ke fase 3 (Gambar 4). Pada hampir seluruh indikator terjadi perkembangan penguasaan literasi kuantitatif oleh mahasiswa yang lebih baik, kecuali untuk indikator representasi. Pada indikator ini meskipun pada fase ketiga mahasiswa sudah dapat mencapai nilai di atas 2,5 (dari total nilai maksimum 4), perubahannya tidak signifikan bila dibandingkan dengan fase 1 dan fase 2. Selain itu, sebagaimana telah diuraikan di atas, indikator asumsi merupakan indikator yang baru muncul pada fase 2 dengan rata-rata nilai sebesar 1,44 karena sebagian besar mahasiswa masih berada pada tingkat kemampuan dasar (Gambar 2). Kemampuan asumsi ini menunjukkan perubahan yang signifikan dari fase 2 ke fase 3 meskipun nilai rata-rata baru mencapai angka sebesar 2,23 dan berada pada kategori tingkat menengah. Jika dibandingkan dengan lima indikator lainnya, indikator asumsi ketercapaiannya paling rendah (Gambar 4).

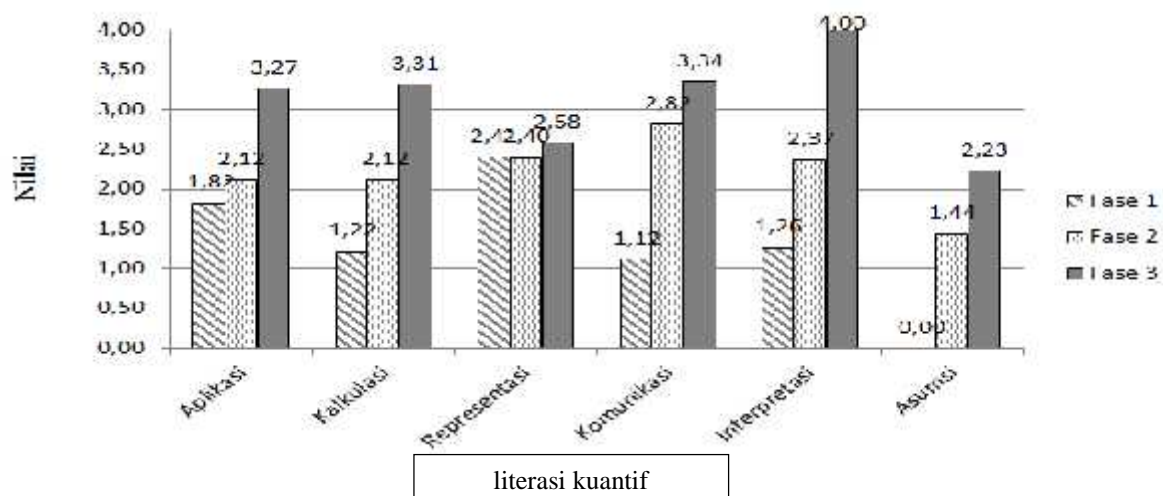
Perkembangan literasi kuantitatif mahasiswa yang cukup signifikan selama perkuliahan Anatomi Tumbuhan menunjukkan keberfungsian strategi instruksional yang digunakan. Strategi pembelajaran dikembangkan berdasarkan kerangka instruksional berbasis dimensi belajar (Marzano, 1992). Pertama, strategi pembelajaran dibedakan berdasarkan jenis pengetahuan yang harus dipelajari oleh mahasiswa. Di dalam materi anatomi tumbuhan terkandung dua jenis pengetahuan, yaitu pengetahuan deklaratif dan pengetahuan prosedural yang saling berhubungan satu sama lain. Pengetahuan prosedural merupakan modal pertama yang harus dikuasai mahasiswa untuk dapat memperoleh data representatif yang akan diproses dan digunakan untuk membangun pengetahuan deklaratif melalui proses inkuiri. Kedua, strategi dikembangkan atas dasar aktivitas mental yang diharapkan muncul pada setiap dimensi belajar, seperti membangun keterampilan (*hand on*), terjadinya pemrosesan informasi secara individu maupun kelompok (dimensi belajar 2), adanya transformasi pengetahuan (dimensi belajar 3), dan menggunakan pengetahuan (dimensi belajar 4).



Gambar 2. Persentase mahasiswa berdasarkan kemampuan literasi kuantitatif pada fase ke-2 perkuliahan.



Gambar 3. Persentase mahasiswa berdasarkan kemampuan literasi kuantitatif pada fase ke-3 perkuliahan.



Gambar 4. Rata-rata nilai kemampuan literasi kuantitatif mahasiswa pada fase 1, 2 dan 3 perkuliahan berdasarkan enam indikator literasi kuantitatif dari AACU (2009).

Pengembangan kemampuan literasi kuantitatif pada fase 1 dilakukan melalui penerapan aktivitas mental pada dimensi belajar 2 dan dimensi belajar 3 (Tabel 1). Pemrosesan informasi (penerimaan dan integrasi pengetahuan) kualitatif dan kuantitatif untuk pembentukan skema kognitif baru tentang karakter kualitatif dan kuantitatif sel tumbuhan (dilaksanakan setelah mahasiswa berlatih pengetahuan prosedural). Informasi kuantitatif yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran dikonversi ke dalam ukuran yang sebenarnya melalui perhitungan (kalkulasi), kemudian direpresentasikan dalam bentuk tabel. Informasi yang telah direpresentasikan selanjutnya diinterpretasikan untuk membangun pola generalisasi sehingga mahasiswa mampu menarik kesimpulan mengenai karakteristik sel tumbuhan. Mahasiswa membuat penilaian terhadap data-data hasil pengukuran menggunakan perbesaran lensa yang berbeda untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh perbesaran lensa terhadap ukuran sebuah sel yang diamati.

Dimensi belajar 3 pada fase 1 merupakan kegiatan untuk memperluas dan memperhalus pengetahuan, dilakukan melalui aktivitas mental berupa transformasi informasi melalui kegiatan menggambar tiga dimensi dari gambar dua dimensi secara proporsional, didasarkan data dari proses pengukuran, perhitungan ukuran sel sebenarnya menggunakan kalibrasi yang sesuai, memperbesar ukuran sel dengan skala tertentu, kemudian menginterpretasikan bentuk sel berdasarkan gambar yang terbentuk. Seluruh proses tersebut merupakan kegiatan untuk memperhalus dan memperluas (dimensi belajar 4) kemampuan mahasiswa baik dalam literasi kuantitatif maupun konsep sel. Kemampuan membuat gambar tiga dimensi bukan hanya memerlukan keakuratan proses pengukuran dan ketepatan perbesaran gambar, melainkan memerlukan kemampuan visio spasial serta pemahaman tentang struktur sel yang baik. Membuat gambar tiga dimensi merupakan salah satu cara untuk mengkases gambaran mental mahasiswa mengenai konsep sel tumbuhan. Marzano (1992) mengemukakan bahwa salah satu teknik memorisasi yang handal adalah elaborasi informasi ke dalam bentuk gambaran mental, sensasi fisik dan emosi yang berhubungan dengan formasi. Dengan demikian dimensi belajar 3 ini sekaligus berfungsi untuk menyimpan kemampuan literasi kuantitatif dan konsep sel ke dalam memori jangka panjang mahasiswa. Menggambar sel tiga dimensi melalui penggabungan dua buah gambar dua dimensi merupakan upaya untuk menyimpan kemampuan literasi kuantitatif dan konsep sel ke dalam memori mahasiswa.

Data literasi kuantitatif menunjukkan bahwa pada fase pertama strategi perkuliahan kurang optimal

dalam mengembangkan kemampuan literasi kuantitatif mahasiswa terutama untuk indikator kalkulasi, komunikasi dan interpretasi (Gambar 1). Berdasarkan hasil observasi perkuliahan, faktor yang diduga menjadi penyebab lemahnya ketercapaian tiga indikator di atas adalah kecenderungan mahasiswa untuk lebih banyak menggunakan kemampuan kognitifnya untuk memproses pengetahuan prosedural dibandingkan dengan pengetahuan deklaratif. Dalam hal ini mahasiswa berada pada suatu *split attention situation*. Mahasiswa secara bersamaan harus menguasai berbagai keterampilan dasar serta literasi kuantitatif. Menurut Kayluga (2011), *split attention situation* merupakan salah satu penyebab munculnya beban kognitif siswa yang disebabkan oleh penyajian dan desain materi. Lemahnya ketercapaian indikator komunikasi pada Fase 1 diduga berkaitan dengan tugas-tugas pembelajaran yang kurang terarah sehingga mahasiswa belum sepenuhnya menyadari objek anatomi yang harus diobservasi, karakter anatomi yang harus diukur, serta kemampuan literasi kuantitatif yang harus digunakan. Dalam kegiatan observasi, mahasiswa mencari dan mendapatkan informasi yang tidak relevan dengan tujuan yang ingin dicapai atau pengetahuan yang harus dikonstruksi. Akibatnya, informasi yang dikomunikasikan menjadi kurang tepat. Sementara itu, masih lemahnya ketercapaian indikator kalkulasi diduga ada hubungannya dengan waktu sebagaimana dikemukakan Speth *et al* (2010) mengembangkan kemampuan kalkulasi sederhana bagi mahasiswa pada perkuliahan Pengantar Biologi lebih mudah dilaksanakan sepanjang semester.

Pada fase 2 organisasi lingkungan belajar dan aktivitas mental mahasiswa relatif sama dengan fase 1. Perbedaannya adalah pada fase 2 aktivitas mental mahasiswa lebih dititikberatkan pada pengembangan pengetahuan deklaratif, yaitu kemampuan kuantitatif dan konsep anatomi tumbuhan (sel, jaringan dermal, jaringan dasar, dan jaringan pembuluh) berdasarkan data kualitatif dan kuantitatif hasil pengamatan mikroskopik. Selain itu, implementasi dimensi belajar 3 (memperluas dan memperhalus pengetahuan) dielaborasi dengan kegiatan merepresentasikan, membandingkan, mengelompokkan, menganalisis informasi, mengajukan asumsi dan mengomunikasikan informasi kuantitatif dan kualitatif tentang derivat epidermis, derivat parenkim serta tipe ikatan pembuluh. Dengan demikian, aktivitas mental pada fase 2 diarahkan pada kegiatan mental yang berupa transformasi pengetahuan, dibuktikan dengan tugas pembuatan model tiga dimensi (3D) khususnya untuk derivat jaringan parenkim. Aktivitas mental ini sejalan dengan pernyataan Mayes *et al* (2013) bahwa literasi kuantitatif merupakan penggunaan konsep

konsep matematika dasar untuk tujuan menjelaskan, membandingkan, memanipulasi dan menggambarkan kesimpulan dari variabel-variabel yang dikembangkan dalam kegiatan kuantifikasi.

Strategi yang digunakan pada fase 2 sebagaimana diuraikan pada alinea di atas dipandang cukup berhasil dalam mengembangkan kemampuan kuantitatif mahasiswa. Berdasarkan Gambar 1 dan 2 tampak ada peningkatan kemampuan kuantitatif yang baik pada keenam indikator. Pada fase 2 indikator komunikasi mengalami peningkatan sangat tinggi diikuti dengan indikator kalkulasi, interpretasi, representasi, dan aplikasi yang perubahannya paling kecil. Mahasiswa sudah dapat memunculkan indikator asumsi meskipun sebagian besar dalam kategori dasar. Menurut AACU (2009) asumsi merupakan kemampuan untuk membuat dan mengevaluasi asumsi-asumsi penting dalam estimasi, pemodelan, dan analisis data. AACU (2009) menjelaskan bahwa kemampuan berasumsi dalam literasi kuantitatif tertinggi dicapai jika mahasiswa mampu menjelaskan asumsi dengan tegas dan memberikan dasar/alasan pemikiran yang kuat. Alasan atau dasar yang digunakan berasumsi dalam literasi kuantitatif adalah bukti-bukti kuantitatif. Pada penelitian ini mahasiswa belum mampu menjelaskan dasar kuantitatif yang digunakannya berasumsi. Hasil observasi di kelas menunjukkan bahwa dalam mengajukan asumsi mahasiswa lebih mengacu pada pengetahuan kualitatif. Temuan ini sejalan dengan yang ditemukan Nugraha dan Kirana (2015), bahwa kemampuan mengajukan asumsi merupakan salah satu indikator keterampilan berpikir kritis yang paling rendah dikuasai oleh mahasiswa Fisika. Temuan ini juga didukung oleh bukti penelitian Speth *et al.* (2010) yang menemukan bahwa mengajukan argumen berbasis analisis data kuantitatif merupakan kemampuan yang paling sulit ditingkatkan pada mahasiswa.

Fase 3 program perkuliahan (Tabel 1) dilaksanakan dengan lebih menekankan aktivitas mental mahasiswa dalam mentransformasikan pengetahuan yang telah dimilikinya ke dalam pengetahuan sejenis yang baru (implementasi dimensi belajar 3, menghaluskan dan memperluas pengetahuan), yaitu dengan melakukan analisis terhadap struktur anomali batang tumbuhan tertentu. Perkuliahan dilanjutkan dengan kegiatan yang melatih aktivitas mental mahasiswa dalam menggunakan pengetahuan yang telah diperoleh untuk menganalisis dan mendeskripsikan suatu struktur anatomi dari organ-organ tumbuhan tertentu (implementasi dimensi belajar 4, menggunakan pengetahuan). Kegiatan ini diwujudkan dalam bentuk riset anatomi tumbuhan sederhana (RATS). Dengan demikian, fase 3 ini terdiri dari kegiatan di dalam dan

di luar kelas. RATS dilaksanakan di luar kelas dengan konsultasi kepada dosen dan/atau asisten praktikum. RATS bertujuan untuk melatih kemampuan mahasiswa untuk menggunakan pengetahuan prosedural dan deklaratif secara terpadu. Aktivitas-aktivitas mental yang dilakukan pada Fase 3 ini tampaknya sangat baik dalam menopang pengembangan kemampuan kuantitatif mahasiswa dalam materi anatomi tumbuhan. Data pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pada fase ketiga perkuliahan ketercapaian enam indikator literasi kuantitatif sangat menggembirakan. Meskipun indikator asumsi merupakan indikator terendah yang dicapai (Gambar 4), namun penguasaan lebih dari 50% mahasiswa sudah berada pada tingkat menengah (45,31%) dan tingkat tinggi (17,19%). Indikator komunikasi menempati urutan paling tinggi, diikuti oleh kalkulasi, interpretasi, representasi, dan aplikasi. Hasil ini menggambarkan bahwa aktivitas-aktivitas mental yang dilatihkan mampu membawa mahasiswa untuk menggunakan pengetahuan prosedural dan deklaratif yang telah diperoleh pada Fase 1 dan 2 untuk menyelesaikan masalah-masalah kuantitatif pada materi anatomi tumbuhan. Pengalaman yang diberikan kepada mahasiswa pada setiap pertemuan perkuliahan telah memadai untuk dijadikan bekal dalam melaksanakan RATS. Dalam RATS mahasiswa diminta mengamati perbedaan objek anatomi sebagai akibat perbedaan lingkungan tempat hidup tumbuhan berdasarkan parameter kualitatif dan kuantitatif.

Analisis terhadap data literasi kuantitatif pada setiap fase perkuliahan menunjukkan adanya perkembangan positif seluruh indikator literasi kuantitatif (Gambar 4). Perkembangan literasi kuantitatif ini merupakan dampak dari strategi pembelajaran yang diterapkan pada setiap fase perkuliahan. Strategi pembelajaran ini dikembangkan berdasarkan aktivitas mental dari setiap dimensi belajar yang menekankan proses berpikir untuk mengkonstruksi makna, mengorganisasi pengetahuan baru, menyimpan pengetahuan, mengemukakan persamaan dan perbedaan, mengelompokkan berdasarkan kategori, merumuskan prinsip dan bukti, menerapkan prinsip untuk menarik kesimpulan, mendukung suatu pernyataan, menekankan pada tema yang mendasari, menggali informasi dan menyelesaikan masalah (Marzano, 1992).

SIMPULAN

Penggunaan kerangka instruksional berbasis dimensi belajar pada perkuliahan Anatomi Tumbuhan telah membantu dalam menunjang pengembangan kemampuan literasi kuantitatif mahasiswa. Penerapan strategi pembelajaran yang mengakomodasi pengetahuan prosedural dan deklaratif secara terinte-

grasi merupakan langkah baik untuk memperoleh dan mengolah data kuantitatif tentang struktur anatomi tumbuhan yang berguna dalam melatih kemampuan kuantitatif. Pada akhir perkuliahan dengan strategi ini, lima dari enam indikator literasi kuantitatif, yaitu kemampuan aplikasi, kalkulasi, representasi, komunikasi, dan interpretasi dapat tercapai dengan baik. Hanya kemampuan asumsi yang ketercapaian-

nya masih rendah. Rendahnya ketercapaian kemampuan asumsi menggambarkan bahwa strategi pembelajaran masih perlu dioptimalkan. Tugas-tugas pembelajaran yang telah digunakan untuk melatih kemampuan berasumsi yang berbasis pada aspek kuantitatif dari materi anatomi tumbuhan masih perlu dikaji dan disempurnakan.

DAFTAR RUJUKAN

- Association of American Colleges and Universities (AACU). 2009. *Quantitative Literacy Value Rubric*, [Online], <http://www.aacu.org/value/rubrics/pdf/QuantitativeLiteracy.pdf>, diakses 26 September 2012.
- Kalyuga, S. 2011. Informing: A Cognitive Load Perspective. *Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline*. 14 (1): 33-45.
- Madison, B. L. & Steen, L. A. 2008. Evolution of Numeracy and the National Numeracy Network. *Numeracy: Advancing Education in Quantitative Literacy* Vol. 1 (1): 1-18.
- Marzano, R. J. 1992. A Different Kind of Classroom, Teaching with Dimension of Learning. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mayes, R. Peterson, F. & Bonilla, R. 2013. Quantitative Reasoning Learning Progression For Environmental Science; Developing Framework. *Numeracy: Advancing Education In Quantitative Literacy*. Vol. 6 (1): 1-28.
- National Research Council (NRC) of National Academies of USA. 2009. *A New Biology for the 21st Century*, Washington D.C.: The National Academies Press.
- Nugraha, M. G., & Kirana, K. H. 2015. Profil Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Fisika dalam Perkuliahan Fisika Berbasis Problem Solving. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, Jakarta: Jurusan Fisika FMIPA UNJ.
- Rahmat, A. & Hindriana, A. F. 2014. Beban Kognitif Mahasiswa dalam Pembelajaran Fungsi Terintegrasi Struktur Tumbuhan Berbasis Dimensi Belajar, *Jurnal Ilmu Pendidikan*, Jilid 20, Nomor 1: 66-74.
- Rhodes, T L., & Finley, A. 2013. *Using the Value Rubrics for Improvement of Learning and Authentic Assessment*. Washington DC: Association of American Colleges and Universities.
- Speth E. B., Momsen J. L., Moyerbrailean, G. A., Ebert-May, D., Long T. M., Wyse, L., & Linton, D. 2010. Infusing Quantitative Literacy into Introductory Biology. *CBE—life Sciences Education*, Vol. 9: 323–332.
- Supriatno, B. (2013). Pengembangan Program Perkuliahan Pengembangan Praktikum Biologi Sekolah Berbasis Ancorb untuk Mengembangkan Kemampuan Merancang dan Mengembangkan Desain Kegiatan Laboratorium. *Disertasi* tidak diterbitkan. Bandung: SPs Universitas Pendidikan Indonesia.